# Математическая интерпретация геодинамических процессов массивов горных пород Гиссарского и Туркестанского хребтов (республика Таджикистан)

Доробов Раджабали

Обобщен опыт успешного использования современных математических методов традиционной геодезии подземных сооружений в горном деле. Изучено состояние геомеханических, геодинами- ческих, гидродинамических и геотехнологических процессов в массивах горных пород. Исследования деформаций породных массивов проводились на горных сооружениях, где ведется разработка месторождений ископаемых и подземных глубоких транспортных тоннелей в условиях высокогорья и в массивах, не попавших под влияние техногенных горных работ.

Измерения, проведенные с использованием современных геодезических комплексов, показали эффективность их использования в геомеханике. Стали возможными не только дискретные измерения, но и изменения, наблюдаемые во время регулярного мониторинга, деформации и напряжения, происходящие во внешних и внутренних массивах горных пород в условиях высокогорья Таджикистана

В настоящее время происходит интенси- тенсивностью землетрясений. Это должно фикация геодинамических процессов, оказывать существенное влияние на геоме- проявляющихся в активизации вулканиз- ханическое состояние массивов горных пома, сопровождающихся частотой и ин- род в горных сооружениях.

На протяжении всей истории развития горного дела вопрос о геомеханическом состоянии реальных массивов горных пород в условиях высокогорья, сдвижении горных пород является актуальным и вызывает интерес у многих исследователей. Такое внимание к данной проблеме обусловлено тем, что ранее в неизученных массивах горных пород отмечалось вредное воздействие на горные разработки, включая глубокие крупномасштабные транспортные тоннели. Нередко под это попадали сооружения горных предприятий и природные объекты, нарушение целостности которых может вызвать возникновение аварийных ситуаций и привести к многочисленным человеческим жертвам. Наряду с негативным воздействием на объекты, геомехани- ческие процессы, процессом сдвижения не редко создают опасность для производства самих горных работ. Таким образом, при разработке месторождений полезных ископаемых и проходке транспортных тоннелей в условиях высокогорья Таджикистана безопасность горных работ и их экономическая эффективность во многом зависят от успешного решения проблемы управления горным давлением, геомеханических процессов и процессов сдвижения. Вопрос о геомеханическом состоянии реальных массивов горных пород в условиях высокогорья Таджикистана в технической литературе практически не отражен.

Изменения состояния массивов горных пород в условиях высокогорья

В результате возмущающих изменений геологических процессов геомеханические процессы и явления проявляются на поверхности Земли и в среде горного производства подземных сооружений.

Как следствие движения литосферных плит в последние десятилетия появилось бесчисленное количество фактов, свидетельствующих о постоянных и масштабных изменениях, происходящих на поверхности Земли и в ее глубинах. Такие изменения происходят не только в сейсмоактивных регионах. Многочисленные интенсивные локальные аномалии движений земной поверхности выявлены в равнинно-платформенных асейсмичных областях [1, 3] (рис. 1, 2, 3). Обрушения в связи с землетрясениями, извержениями вулканов, разгрузкой подземных шахт (Такоб, Кондара, Ка- буты, Майхура), особенно на Гиссарском хребте, происходят достаточно активно. В условиях высокогорья Таджикистана при внешних и внутренних сложностях строения блочного массива горных пород процессы и явления, происходящие в нем, особенно в областях техногенного воздействия и неправильной проходки масштабных горных выработок могут быть смоделированы.

Модели элементов земной коры могут быть представлены в двух видах:

в виде нижнего полупространства бесконечных размеров по площади и глубине или на поднятых блоках глобальной тектоники плит;

в виде оболочки бесконечной толщины и размеров в разделе, соответствующем жесткой литосферной плите.

Граничные условия геомеханической модели включают боковые горизонтальные силы и объемный вес горных пород. На разделе между литосферой и астеносферой действуют литостатические силы, уравновешивающие вес литосферной плиты. Горизонтальные тектонические силы, одинаковые по глубине, оцениваются величиной приближения 30 Мпа [4,

, а силы бокового распора, связанные с гравитационными силами, пропорциональны глубине модели деформирования квазиоднородного, квазиизотропного материала. Поскольку их деформационные свойства определяются на больших участках массива горных пород, реальные массивы горных пород имеют сложное иерархически-блочное строение.

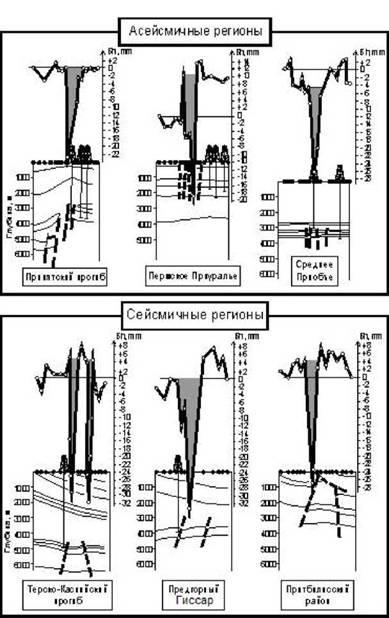


Рис. 1. Примеры локальных аномалий современных вертикальных движений земной поверхности типа g для различных регионов

Условные обозначения: 1 - зоны разрывных нарушений; 2 - зоны аномальных вертикальных движений; 3 - амплитуды современных вертикальных движений земной поверхности; 4 - пробуренные скважины

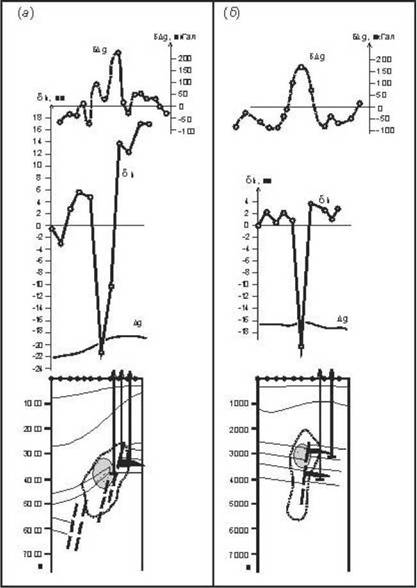


Рис. 2. Пример современных суперинтенсивных деформаций (аномалии типа g) для условий крупно- (а) и малоамплитудного (б) разломов

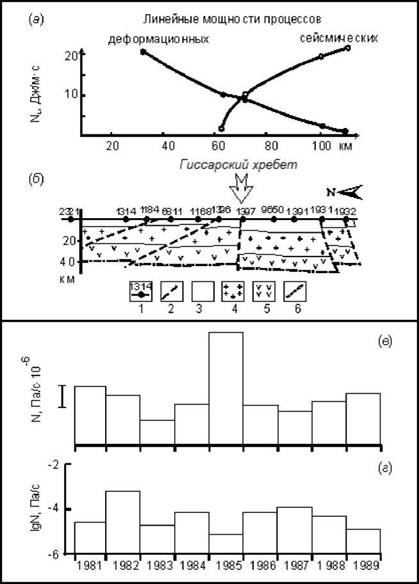


Рис. 3. Сопоставление энергетических характеристик современных деформационных и сейсмических процессов (а) по профилю Гиссарского (Шарора) хребта (б), графики удельной объёмной мощности деформационных (в) и сейсмических (г) процессов

Условные обозначения: 1 - номера пунктов нивелирования в аномальных зонах; 2 - глубинные разломы; 3 - осадки; 4 - граниты; 5 - базальты; 6 - поверхность Мохоровича

Такое строение определяет анизотропный характер распределения его физикомеханических, динамических особенностей в пространстве. Внутреннее строение и состав соседних структурных блоков могут быть совершенно различными. Также различными могут быть интенсивность трещиноватости, раскрытие, вещество заполнения между блоковыми трещинами, обводненность систем трещин и проч. С другой стороны, блочное строение массивов определяет дискретный характер его деформирования, поскольку значительная часть деформаций реализуется на границах структурных блоков, образуемых трещиноватостью различных уровней иерархии. Как известно, в нетронутом массиве горных пород непрерывно происходят естественные деформации, наличие которых обусловлено его первоначальным напряженно-деформированным состоянием и особенностями иерархически-блочного строения [6]. При проведении горных выработок это состояние равновесия нарушается, происходит сложное перераспределение напряжения в глубоких крупномасштабных транспортных тоннелях в условиях высокогорья, в горных породах приграничной зоны (вокруг горной выработки) появляется разнохарактерное и разнонаправленное горное давление. Характер величины горного давления и перераспределения напряжений зависят от состава, структуры горных пород массива и различных физико-геомеханических и гео- динамических свойств горных пород в условиях высокогорья Таджикистана [7].

Таким образом, применение современных методов математической интерпретации состояния подземных сооружений традиционной геодезии в горном деле, наблюдение за геомеханическими процессами и явлениями, сдвижениями земной поверхности на горных объектах, позволило выполнить исследования для крупномасштабных глубоких транспортных тоннелей в условиях высокогорья.

Список литературы

Кузьмин Ю.О. Современные суперинтен- сивные деформации земной поверхности в зонах платформенных разломов / / Геологическое изучение и использование недр: информационный сборник. М., 1996, № 4. С. 43-53.

Панжин А. А. Наблюдение за сдвижением земной поверхности на горных предприятиях с использованием GPS // Известия Уральской Государственной Горно-геологической Академии № 11. Екатеринбург, 2000, С.196-203.

Леонтьев А. В. Обзор и анализ напряженного состояния массива горных пород в основных горнодобывающих регионах СНГ // Геомеханика в горном деле —2000: докл. междунар. конф. Екатеринбург: ИГД Уро РАН, 2000. С. 54-65.

Сашурин А. Д., Панжин А. А. Масштабное техногенное воздействие горных разработок на участок литосферы // Проблемы геотехнологии и недроведения (Мельниковские чтения): доклады Междунар. конф. Екатеринбург: ИГД Уро РАН, С.170-178.

Курленя М.В. Миренков В.Е. Методы математического моделирования подземных сооружений. Новосибирск: Наука, 1994.

Доробов Р. Физико-динамическое воздействие на состояние нагрузок напряжения и закономерности деформирования массивов горных пород различного генезиса в условиях высокогорья // Вестник ТТУ им. Академ. М.С. Осими, № 10. 2010. С. 11-19.

Сидоров В.А. Кузмин Ю.О. Современные движения земной коры осадочных бассейнов. М., 1989.

Алексеенко С.Ф., Мележик В.П. Физика горных пород. Горное давление. Киев, 1990. 182 с.

Соболев Г.А. Физика горных пород при высоких давлениях. М., 1991.

Ржевский В.П. Основы физики горных пород. М., 1990.